

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN

**Scienze Mediche generali e Scienze dei servizi
Progetto n.1: "Medicina Materno Infantile e dell'Età
evolutiva e Fisiopatologia dello Sviluppo Sessuale"**

Ciclo XXV

Settore Concorsuale di afferenza: 06/H1

Settore Scientifico disciplinare: MED/40

TITOLO TESI

**Diagnosi prenatale delle malformazioni fetali:
ecografia e risonanza magnetica a confronto in 11
anni di esperienza**

Presentata da: D.ssa Angela Carletti

Coordinatore Dottorato

Relatore

Chiar.mo Prof. Nicola Rizzo

Chiar.mo Prof. Nicola Rizzo

Esame finale anno 2013

INDICE

1. Introduzione	pag. 3
1.1 Risonanza magnetica fetale: stato dell'arte	pag. 3
1.2 La tecnica	pag. 5
1.3 Indicazioni-Controindicazioni	pag. 9
 2. Obiettivo	 Pag. 12
 3. Materiali e metodi	 pag. 12
 4. Risultati	 pag. 15
 5. Discussione	 pag. 18
 Bibliografia	 pag. 21
 Tabelle riassuntive	 pag. 25
 Iconografia	 pag. 32

1. INTRODUZIONE

1.1 RISONANZA MAGNETICA FETALE: STATO DELL'ARTE

L'ecografia è dall'inizio degli anni '70 la pietra miliare nella diagnosi prenatale delle anomalie fetali. E' largamente disponibile, facile da applicare, con un buon rapporto costo-beneficio e non rischiosa per il feto. L'intera anatomia fetale può essere studiata in tempo reale mostrando importanti aspetti dello sviluppo degli organi. Sono state così individuate le strutture anatomiche di riferimento necessarie da visualizzare per stabilire che il feto sia strutturalmente normale, con la definizione di linee guida da parte di società nazionali ed internazionali di ecografia ostetrica^{1,2}. L'introduzione di sonde ad alta frequenza, dell'ecografia transvaginale, di sonde dedicate con tecnica 3D-4D ed un miglioramento dei sistemi informatici hanno significativamente migliorato la tecnica negli ultimi anni. Tuttavia alcune situazioni come oligoidramnios, habitus materno, dimensioni e posizione del feto, progressiva ossificazione dello scheletro fetale rappresentano a tutt'oggi importanti limiti dell'esame ecografico¹⁻⁴. La risonanza magnetica fetale, che utilizza radiazioni non ionizzanti, è stata introdotta all'inizio degli anni '80 con magneti a bassa intensità (0.08-0.35 Tesla) ed acquisizione di sequenze T1 pesate. L'impiego iniziale è stato relativo alla valutazione dell'anatomia materna in particolare nei casi di masse annessiali che richiedevano una caratterizzazione diversa rispetto a quella ecografica. Il lungo tempo di acquisizione e la conseguente degradazione dell'immagine fetale stessa ha reso difficoltoso lo studio dell'anatomia fetale richiedendo quindi l'immobilizzazione del feto mediante cordocentesi o sedazione materna⁵⁻⁸. L'acquisizione ultraveloce di immagini ad alta risoluzione ed ottimo contrasto ("fast MR techniques"), senza necessità di sedazione fetale, ha

aumentato notevolmente l'entusiasmo nell'impiego della risonanza in ambito ostetrico.

Dallo studio elettivo del sistema nervoso centrale del feto, le applicazioni nella pratica clinica quotidiana si sono estese ad altri organi e sistemi del feto così come ai quadri malformativi complessi e/o quelli da sottoporre a chirurgia in utero o postnatale⁹⁻¹⁶. Recenti studi pubblicati in letteratura suggeriscono un possibile impiego della risonanza magnetica anche nel post mortem, sia per una miglior comprensione dell'anatomia radiologica del feto con riscontro diretto autoptico, sia in sostituzione alla convenzionale autopsia¹⁷.

A tutt'oggi non sono conosciuti danni diretti su tessuti embrionali/fetali. Tuttavia in accordo con la "Safety Committee of the Society for Magnetic Resonance Imaging" e l'"American College of Radiology" la risonanza magnetica trova indicazione nei casi in cui le altre modalità di imaging non siano complete e/o se l'esame può dare informazioni importanti altrimenti acquisibili con l'esposizione a radiazioni ionizzanti (per campi di 1.5 Tesla o inferiori). La risonanza deve essere quindi considerata come un esame mirato ed i casi vanno selezionati dopo un'accurata indagine ecografica presso un Centro di diagnosi prenatale esperto che evidenzi o abbia un forte sospetto di anomalia fetale.

Il divieto di utilizzo nel primo trimestre è stato superato dal documento pubblicato nel 2007 dalla ACR (American College of Radiology) per la presenza di dati non conclusivi sugli effetti nocivi dell'esposizione alla risonanza magnetica durante lo sviluppo embrionale. L'esame anche a questa epoca di gravidanza va comunque riservato a casi selezionati quando le informazioni non possono essere ottenute con altre tecniche di imaging basate su radiazioni non ionizzanti e possono condizionare la salute della madre e/o del feto durante la gravidanza e/o il medico referente ritiene che non sia prudente attendere epoche gestazionali successive¹⁸⁻²⁰.

La risonanza magnetica fetale ad oggi trova comunque maggior vantaggio nell'impiego al secondo e al terzo trimestre di gravidanza per minimizzare le difficoltà dovute alle piccole dimensioni e ai frequenti movimenti fetali nelle epoche gestazionali precoci^{2,18-24,28}.

In tutti i casi è fortemente raccomandata la sottoscrizione di un consenso informato in cui siano esaustivamente riportati vantaggi e limiti dell'indagine radiologica. L'esame viene eseguito dai radiologi pediatrici esperti in patologia fetale^{2,8,18,19,22,28}.

L'uso di un mezzo di contrasto paramagnetico (gadolinio) è stato fortemente sconsigliato in passato per la sua lunga emivita con ripetuti cicli di escrezione e riassorbimento da parte del feto e potenziali effetti dannosi¹⁸⁻²². In accordo con le recenti linee guida a tutt'oggi l'uso del gadolinio non va considerato come strumento aggiuntivo dell'imaging fetale, ma una particolare eccezione in casi selezionati dalla necessità clinica²³⁻²⁴. Uno dei possibili campi di impiego potrebbe essere lo studio della placenta e le sue anomalie di impianto²⁵.

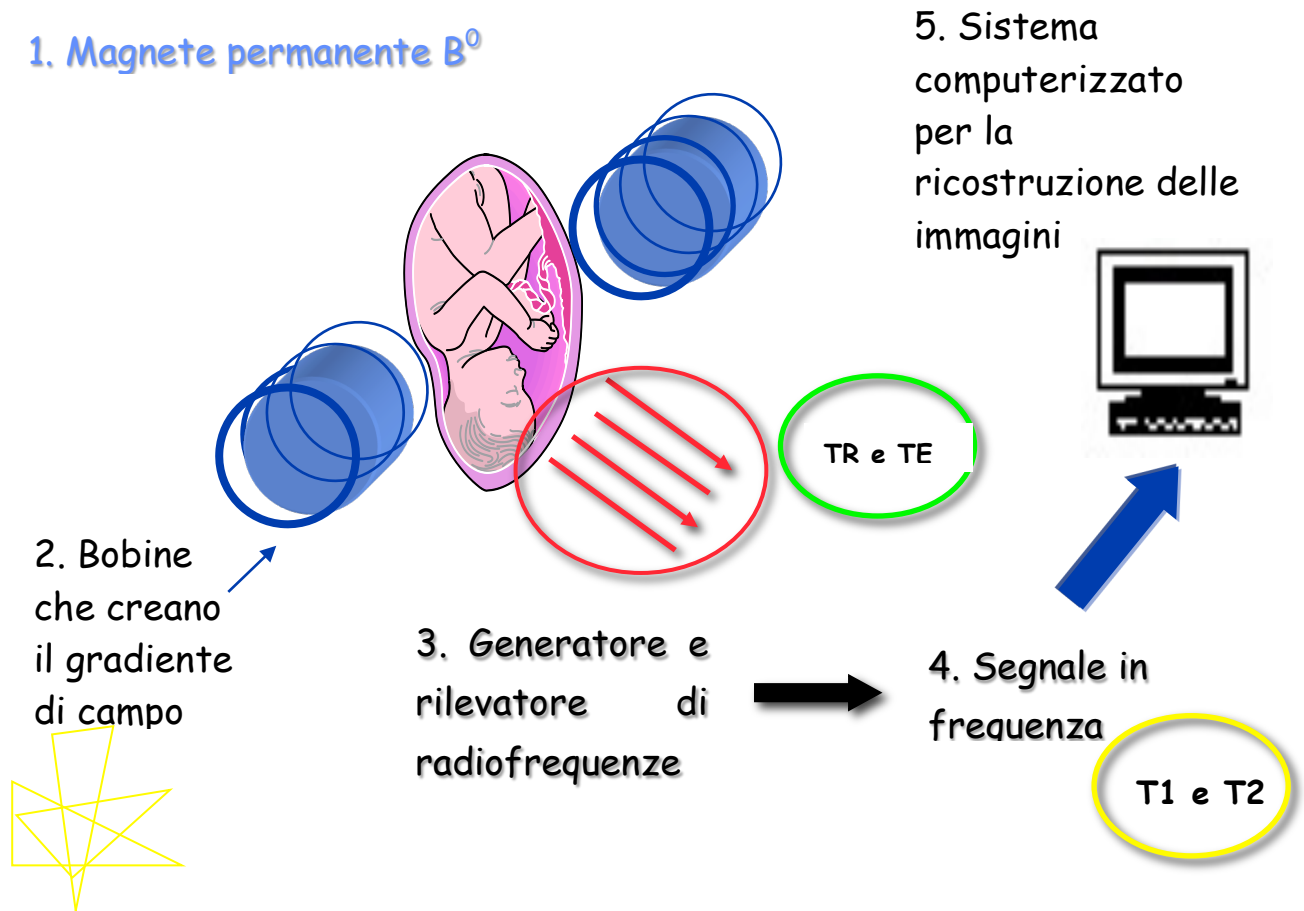
1.2 LA TECNICA

La risonanza magnetica è un esame non invasivo che permette di ottenere immagini ad alta risoluzione grazie alle proprietà elettromagnetiche degli atomi di idrogeno, ubiquitari nel corpo umano. Il nucleo dell'idrogeno è composto da un unico protone che ruotando attorno al proprio asse genera un momento magnetico chiamato momento magnetico di spin (m).

Durante l'esame il soggetto viene immerso in un campo magnetico uniforme e ad elevata intensità (nell'ordine di 1-3 Tesla, maggiore di un fattore di 10 alla 4 rispetto a quello terrestre). Un impulso a radiofrequenza viene inviato al fine di indurre il fenomeno della RMN. L'energia trasportata dall'impulso a radiofrequenze viene assorbita dall'organismo e riemessa sottoforma di un segnale radiofrequenza che dipende dalle

proprietà chimico-fisiche dei tessuti interessati. Per generare un segnale misurabile vengono generati echi del segnale originario: “sequenze spin eco”. Il segnale è quindi descritto da due variabili: TR (tempo di ripetizione della sequenza) e TE (tempo di eco)^{2,22-24}.

Figura 1. Schema semplificato della generazione del segnale di risonanza



L'intensità del segnale ottenuto dipende quindi dalla concentrazione degli atomi di idrogeno (densità protonica) e da due costanti di tempo T1 (tempo di rilassamento longitudinale) e T2 (tempo di rilassamento trasversale) che descrivono le modalità temporali con cui il sistema ritorna all'equilibrio dopo lo stimolo indotto dall'impulso di radiofrequenza. Tali costanti di tempo dipendono dall'ambiente chimico-fisico in cui i nuclei di idrogeno sono immersi (dalla modalità di interazione degli atomi di idrogeno con

l'ambiente circostante). L'operatore sceglie sequenze T1 pesate (campo magnetico statico) o T2 pesate (campo magnetico sovrapposto) a seconda del proprio target. Il gradiente di campo serve per individuare la posizione dei protoni nella sezione interessata^{2, 26}.

Si ottengono quindi dei piani di scansione, analogamente all'ecografia, il cui spessore è deciso dall'operatore (3-10 mm):

- fette "spesse": minor dettaglio ma maggior risoluzione spazio temporale;
- fette "sottili": maggior dettaglio ma minor risoluzione spazio temporale.

I tomografi a risonanza magnetica utilizzati attualmente nella diagnosi prenatale sono di 1-1.5 Tesla. Intensità di campo maggiori sono ancora da validare in specifici protocolli di ricerca²²⁻²⁴.

La camera di scansione è schermata ed è in diretta comunicazione con la sala comando. La paziente viene fatta sdraiare in posizione supina e/o decubito laterale sinistro per ovviare agli effetti dovuti alla compressione della vena cava inferiore ed avere il feto il più vicino possibile alle bobine (avanzata epoca gestazionale). Per minimizzare il possibile senso di claustrofobia la gestante entra nel magnete nella posizione "feet first"^{26,28}.

La scansione iniziale è di orientamento e ad ampia finestra sull'addome materno per individuare la posizione del feto e quindi il target dell'esame ("scout scan"). A volte è necessario riposizionare le bobine. Le scansioni sul distretto target sono acquisite secondo i tre piani (assiale, coronale, sagittale), a respiro bloccato o libero. Le fasi di apnea sono "guidate" dalla sala comando. Le immagini acquisite sono visualizzate sullo schermo da parte dell'operatore e le sequenze soddisfacenti archiviate su hard disk/supporto digitale mobile. La durata media dell'esame è di circa 30-45 minuti, con un minimo di 15 minuti e dipende da vari fattori: numero dei feti, tipo di malformazione/i, movimenti fetali, eventuale riposizionamento delle bobine, etc.

E' preferibile l'esecuzione dell'esame dopo un digiuno di circa 4 ore, l'ipoglicemia sembra ridurre i movimenti fetali. Attualmente non viene utilizzata alcuna sedazione.

Nella pratica clinica sono preferenzialmente utilizzate le sequenze pesate in T2 di ipo veloce-ultraveloce; le sequenze T1 vengono applicate per particolari strutture/sostanze (diagnosi differenziale liquido amniotico/meconio; rilievo di coaguli). C'è inoltre la possibilità di oscurare il segnale proveniente da alcune strutture (es. grasso in donne obese: opzione "fat saturation"^{2,26-29}).

L'esame generalmente prevede:

- una sequenza di centramento ("single shot fast/turbo spin echo SSFSE"): sequenza T2 pesata con orientamento coronale sulla madre per identificare la posizione del feto e della placenta;
- sequenze SS-FSE T2 pesate a strato sottile (3-4 mm) con orientamento multi planare assiale, sagittale e coronale ortogonale all'organo/distretto target per una fine valutazione anatomica dello stesso. E' attualmente la sequenza più utilizzata nella risonanza magnetica fetale in particolare per la eccellente risoluzione del sistema nervoso centrale del feto. E' molto utilizzata anche la half-Fourier single-shot turbo spin-echo (HASTE);
- sequenze gradient echo (GRE) con tecnica steady state free precession (SSFP) per la valutazione del distretto cardiaco e dei grossi vasi;
- sequenze cine-RM di tipo steady-state free precession (SSFP) per la valutazione del distretto cardiaco e dei grossi vasi;
- sequenza col angiografiche thick slab con spessore di 40-80 mm, altamente T2 pesate, per mettere in evidenza le strutture piene di liquido;

- sequenze fast spoile GRE single shot 2D o 3D T1 pesate +/- effetto “fat saturation”;
- sequenze echo planar imaging (EPI) pesate in diffusione (DWI) per ottenere informazioni sul movimento microscopico delle molecole d’acqua, libera e legata, nei tessuti biologici e in particolare per lo studio della maturazione cerebrale, polmonare, renale²⁶⁻²⁹;
- Sequenze FLAIR per avere dettagli ulteriori sull’anatomia cerebrale fetale ed eventuali emorragie.

1.3 INDICAZIONI-CONTROINDICAZIONI

Le prime applicazioni della risonanza magnetica nella diagnostica prenatale sono state sullo studio elettivo del sistema nervoso centrale del feto. I successivi sviluppi della tecnica e delle sue applicazioni in campo diagnostico ne hanno ampliato notevolmente l’utilizzo nella pratica clinica. Dopo un esame ecografico fetale esperto ad oggi la risonanza magnetica trova indicazione in questi casi^{9-16, 27,28,30}:

- riscontro ecografico di anomalie complesse e/o dubbie per cui la risonanza magnetica sia di conferma o supporto nel counseling;
- sindrome da trasfusione feto-fetale;
- necessità di pianificare una chirurgia fetale/neonatale;
- obesità materna e/o oligoidramnios;
- anamnesi positiva per infezioni fetali e/o difetti di difficile diagnosi ecografica (es. disordini migrazionali del sistema nervoso centrale);
- studio dell’inserzione placentare nel sospetto di accrezione (es.placenta previa).

Un’applicazione di particolare interesse, attualmente praticata in pochi Centri, è la risonanza magnetica fetale post-mortem. Può essere una valida alternativa per ovviare ai limiti dell’esame autoptico standard dovuti al normale deterioramento tissutale (in particolare del sistema nervoso

centrale), agli effetti del parto in particolare per l'anatomia cerebrale. Nella maggior parte dei casi può ovviare la necessità di dissezione o renderla mini-invasiva e mirata. In particolare nei casi di rifiuto da parte dei familiari la risonanza magnetica fetale post mortem insieme ad altri test non invasivi può fornire preziose informazioni per il counselling della coppia^{17,31-32}.

Le valutazioni biometriche bi-dimensionali e volumetriche del feto mediante risonanza sono a tutt'oggi oggetto di studio. Mancano infatti range di riferimento ottenuti su grandi coorti come per l'ecografia³³.

Sono controindicazioni assolute a questo tipo di imaging il pace-maker cardiaco o altri tipi di catetere cardiaco, pompe per infusione di insulina o altri farmaci, dispositivi endocorporei ad attivazione magnetica (neurostimolatori, elettrodi cerebrali o subdurali). In caso di valvole cardiache artificiali, claustrofobia insostenibile e/o epilessia ed obesità importante il caso va valutato singolarmente dal radiologo^{4,23}.

Di recente sono state descritte applicazioni più sofisticate della risonanza magnetica per ottenere non solo informazioni di tipo strutturale ma funzionale degli organi analizzati, in particolare del cervello fetale come la spettroscopia protonica di risonanza magnetica (¹H-MRS) e la risonanza magnetica funzionale (fRMN).

La spettroscopia protonica con risonanza magnetica da alcuni anni trova largo impiego nella popolazione pediatrica soprattutto nei casi di encefalopatia ipossico-ischemica, leucoencefalopatia e neonati affetti da malattie del metabolismo. In epoca prenatale potrebbe fornire importanti informazioni sugli aspetti metabolici dell'encefalo fetale in particolare quando sottili cambiamenti sono individuati con le tecniche di risonanza tradizionali. Un esempio sono i casi di gliosi della materia bianca cerebrale o di ventricolomegalia cerebrale border-line in cui la spettroscopia

protonica di risonanza magnetica potrebbe fornire informazioni aggiuntive e determinare il rischio di ipossia³⁴.

La risonanza magnetica funzionale studia invece l'attività cerebrale fetale in risposta a vari stimoli basandosi sull'effetto BOLD (blood oxygen level dependent). L'attività neuronale aumenta in risposta ad uno stimolo con il conseguente incremento della perfusione di sangue locale, l'ossigenazione del sangue e del volume sanguigno stesso. Ciò comporta un aumento locale del segnale di risonanza magnetica rispetto ai distretti circostanti. La differenza tra emoglobina ossigenata e deossigenata genera il segnale della FMRI^{35,36}.

2. OBIETTIVO DELLO STUDIO

L'obiettivo dello studio è stato quello di stabilire l'accuratezza reciproca dell'ecografia "esperta" e della risonanza magnetica nella diagnosi prenatale delle anomalie congenite confrontandola con quella postnatale e/o postmortem.

3. MATERIALI E METODI

Da Ottobre 2001 ad Ottobre 2012 sono state riferite al nostro Centro di diagnosi prenatale e selezionate per risonanza magnetica fetale 403 pazienti con diagnosi ecografica di sospetta malformazione fetale e/o infezioni prenatali e/o sindromi da trasfusione feto-fetale e/o con anamnesi ostetrica positiva per anomalie di difficile definizione diagnostica. Sono state incluse 12 gravidanze gemellari, 4 bigemine bicoriali ed 8 bigemine monocoriali.

In 19 delle 403 pazienti non è stato possibile completare il follow up, mentre 2 hanno rinunciato alla risonanza magnetica per claustrofobia.

La popolazione di studio comprende quindi 382 pazienti per un totale di 383 anomalie poiché in una gravidanza bigemina bicoriale entrambi i feti hanno avuto un'indicazione all'approfondimento diagnostico radiologico. La diagnosi postnatale e/o postmortem è stata ottenuta mediante esame clinico, diagnostica per immagini, diagnosi chirurgica, esame autoptico/istologico e/o intervista telefonica con il pediatra di riferimento e/o genitori dove non disponibile direttamente la documentazione postnatale.

Tutte le pazienti sono state sottoposte ad un'ecografia prenatale esperta (US) e quindi a risonanza magnetica fetale (MR) presso il Policlinico S.Orsola Malpighi dell'Università di Bologna. L'età materna media è stata di 32 anni (range: 17-44 anni), l'età gestazionale media all'esame ecografico e alla risonanza magnetica sono state rispettivamente di 28 settimane (range: 17-38 settimane) e di 30 settimane (range: 20-38

settimane). In 11 pazienti l'indagine radiologica è stata eseguita sia nel secondo che nel terzo trimestre.

La popolazione è stata suddivisa in due gruppi principali a seconda dell'indicazione principale alla risonanza: anomalia del sistema nervoso centrale (gruppo SNC) o non riguardante il sistema nervoso centrale (extra-SNC). In quest'ultimo gruppo sono state ulteriormente distinte le anomalie del distretto viso-collo, del torace, del tratto gastrointestinale, del tratto genitourinario o altro.

L'**esame ecografico** è stato eseguito con Tecnos (Esaote Biomedica) e/o Voluson 730 Expert (GE Healthcare, Milano, Italy) e/o Voluson GE E8 (GE Healthcare, Milano, Italy) presso gli Ambulatori di diagnosi prenatale dell'Ostetricia. L'operatore esperto in patologia fetale ha utilizzato un approccio transaddominale e/o transvaginale con sonde multifrequenza da 3,5-7,5 MHz. Dove possibile l'esame è stato completato con un'analisi multiplanare statica e/o real-time del distretto anatomico fetale d'interesse.

La **risonanza magnetica fetale** è stata eseguita con un sistema da 1-1,5 Tesla (GE Signa Horizon MR/i) dai radiologi esperti in patologia fetale del Servizio di Radiologia Pediatrica.

Nella camera di scansione schermata ma in diretta comunicazione con la sala comando, la paziente è stata posizionata supina (con bobina phased array) o, in alcuni casi, in decubito laterale sinistro (con bobina body).

Dopo aver individuato la posizione fetale nell'addome materno con "localizzatore three plane" (frequenza: 256 x 128, NEX=1, FOV 48 cm, slice thickness=10/0, TE 1,7 ms, TR 132,3 ms), le scansioni sul distretto target sono state acquisite nei tre piani dello spazio (assiale, coronale, sagittale), in fasi di apnea materna guidata dalla sala comando dove necessario.

Sono state utilizzate sequenze ultraveloci SSFSE (singol-shot fast spin-eco) con pesatura in T2, durata media di 20 secondi, orientamenti piedi-testa

(TR 1500-1900 ms; TE 115-119 ms; FOV da 32x32 a 28 x 28; matrice 256 x 192). Le immagini di ogni serie sono state utilizzate come scout per le sequenze successive in modo da minimizzare i problemi di cambiamento della posizione fetale e quindi di orientamento delle sequenze. In alcuni casi, in relazione alla problematica, l'esame è stato completato con sequenze aggiuntive SSFSE T1 pesate, FSPGR T1 pesate (multiplanar spoiled gradient-echo sequence) e DWI (diffusion-weighted imaging) (es. diagnosi differenziale liquido amniotico/meconio, rilievo di coaguli, emorragie, mielinizzazione, etc).

Di tutte le immagini ottenute sono state selezionate le scansioni soddisfacenti dal punto di vista diagnostico ed archiviate su hard disk e/o archivio digitale che sono state successivamente valutate da un radiologo pediatrico esperto ed informato della diagnosi ecografica. L'ecografista ostetrico è stato informato della diagnosi radiologica completando il management della gravidanza stessa.

Non è stata eseguita alcuna sedazione materna e/o fetale né usati mezzi di contrasto paramagnetici e l'esame ha avuto una durata media di 30 minuti.

Il consenso informato della paziente alla risonanza magnetica è stato ottenuto in tutti i casi.

Per ogni gruppo la diagnosi ecografica è stata confrontata con quella radiologica stratificando le concordanze (US=MR), le discordanze (US≠MR) e le inaccuratezze delle due tecniche. Nelle inaccuratezze sono stati inclusi i casi in cui le indagini postnatali/postmortem hanno dato un esito diverso rispetto alla diagnosi prenatale sia ecografica che radiologica.

4. RISULTATI

Le anomalie del sistema nervoso centrale sono state l'indicazione alla risonanza magnetica nel 51,2% della nostra popolazione di studio (n=196/383) mentre nel 48,8% dei casi sono stati i difetti congeniti extra-SNC (n=187/383), ripartiti a loro volta tra anomalie del torace (19,1%; n=73/383), dell'area viso-collo (5,2%; n=20/383), del tratto gastro-intestinale (7,6%; n=29/383) e genito-urinario (9,7%; 37/383) ed un gruppo eterogeneo di anomalie (7,3%; n=28/383).

Una concordanza tra US, MR e diagnosi postnatale è stata osservata complessivamente nel 75,5% dei casi (n=289/383) ed è risultata maggiore nel gruppo-SNC rispetto al gruppo extra-SNC, 79,6% vs 71,1%. Le discordanze e le inaccuratezze su entrambi i gruppi sono risultate rispettivamente attorno al 14,9% e il 9,7%, maggiori per il gruppo extra-SNC rispetto al gruppo extra-SNC (tabella 1).

Fra le discordanze delle anomalie del sistema nervoso centrale la risonanza magnetica ha dato una definizione diagnostica più precisa dell'ecografia (10,7% vs 2%). In particolare sono stati meglio definiti i casi di anomalie complesse dell'encefalo fetale, alcune anomalie cistiche della fossa cranica posteriore ed i disordini della migrazione neuronale più spesso a manifestazione tardiva quando l'avanzata epoca gestazionale e l'ossificazione della teca cranica rendono difficile la valutazione ecografica (tabella 2). Nei 15 casi (7,7%) di incorretta definizione diagnostica prenatale sono compresi 7 casi di ventricolomegalia cerebrale border-line isolata o associata ad altre anomalie e 6 casi di anomalie cistiche della fossa cranica posteriore. Va specificato che entrambi i tipi di difetti per loro storia naturale possono andare incontro a risoluzione spontanea e non essere più evidenziabili dopo la nascita. Un caso di sospetta microcefalia a 34 settimane non è stato confermato dopo la nascita, mentre è stata posta diagnosi postnatale di "COFS syndrome" (sindrome cerebro-oculo-facio-

scheletrica) in un feto con ipoplasia del corpo calloso, ipoplasia renale, ventricolomegalia e cardiopatia a 25 settimane di età gestazionale (tabella 3).

Nel gruppo viso-collo entrambe le metodiche non hanno esaustivamente inquadrato un solo caso di labiopalatoschisi visto a 23 e 27 settimane che dopo la nascita ha rivelato un'estensione al palato posteriore non precisata alla diagnosi prenatale. Nel 75% dei feti (n=15/20) la diagnosi postnatale ha confermato il sospetto diagnostico prenatale. Tra le discordanze sono compresi due casi di labiopalatoschisi diagnosticati a 20 e 21 settimane in cui la risonanza ha aggiunto l'interessamento del palato posteriore non altrimenti visualizzato, mentre l'ecografia ha precisato meglio la diagnosi di una cisti del collo verosimilmente di origine timica a 21 settimane ed una labiopalatoschisi con interessamento del solo palato anteriore a 30 settimane (tabelle 4-5).

Tra i difetti congeniti polmonari e/o della cavità toracica è stata riscontrata una concordanza del 75,3% (55/73). La risonanza ha mostrato una migliore definizione diagnostica rispetto all'ecografia nel 9,6% dei feti (n=7/73): 3 casi di malformazione adenomatoide cistica, 2 casi di ernia diaframmatica destra e sinistra, 1 caso di polmone iperecogeno ed uno con cisti toracica non meglio specificata. L'esame ecografico ha inquadrato in modo più corretto il 4,1% dei casi (n=3/73): un caso di malformazione adenomatoide cistica e 2 feti con ernia diaframmatica di Morgagni. In 5 feti con sospetta malformazione adenomatoide cistica polmonare e 3 con sospetto sequestro polmonare né l'una né l'altra metodica sono state esaustive (n=8/73,11%) (tabelle 6-7).

I difetti congeniti del tratto gastrointestinale sono stati di più difficile definizione alla diagnosi prenatale con una concordanza del 48,3% (n=14/29). Tra le discordanze l'ecografia è stata migliore nel 6,9% (n=2/29): un caso di linfangioma addominale ed una cisti del cordone

ombelicale entrambi riscontrati nel terzo trimestre. La risonanza magnetica ha dato un contributo importante alla diagnosi definitiva nel 20,7% dei feti (n=6/29). Le inaccuratezze sono state comunque del 24,1% (n=7/29) (tabelle 8-9).

Entrambe le metodiche sono state accurate nel 78,4% (n=29/37) delle anomalie del tratto genitourinario; la risonanza magnetica ha perfezionato la diagnosi nel 13,5% dei casi (n=5/37), riducendo le inaccuratezze a soli 3 quadri: uno di ectopia renale classificata dopo la nascita come agenesia renale monolaterale, uno di cisti ovarica non più riscontrata sulla neonata ed una tumefazione pararenale destra sospetta per emorragia surrenalica alla risonanza e non più confermata dalle indagini postnatali (tabelle 10-11).

Nei rimanenti 28 casi esaminati non inclusi nei gruppi precedenti le indicazioni all'esame riguardano un precedente anamnestico sfavorevole, placenta previa/accreta, anomalie dell'apparato muscolo-scheletrico, bande amniotiche, iposviluppo fetale. Le concordanze ottenute, 71,4% (n=20/28) sono state sovrapponibili ai precedenti gruppi. L'ecografia è stata più soddisfacente nel 14,3% (n=4/28) dei casi esaminati. Solo in un feto la risonanza è stata più utile dell'ecografia. Le inaccuratezze sono rimaste attorno al 10,7% (n=3/28) (Tabella 12-13).

5. DISCUSSIONE

La diagnosi prenatale delle anomalie fetali dà informazioni fondamentali per il counselling della coppia sulla presunta prognosi, la pianificazione ed il management della gravidanza e/o del periodo postnatale.

L'ecografia rimane a tutt'oggi il gold standard dell'imaging fetale: è a basso costo, non pericolosa per madre e feto e facilmente accessibile.

La risonanza magnetica ha acquisito negli ultimi due decenni un importante ruolo nella diagnostica prenatale. Le diverse casistiche di confronto tra ecografia e risonanza pubblicate fino a questo momento mostrano che la risonanza aggiunge alla diagnosi ecografica dal 36 al 57% dei casi^{1,13,37,38}.

E' necessario comunque riportare alcune considerazioni:

- diversi studi non riportano una correlazione postnatale e l'esito della risonanza è stato considerato come gold-standard;
- le popolazioni di studio sono numericamente diverse, spesso di piccole dimensioni e suddivise secondo criteri diversi;
- non ci sono a tutt'oggi protocolli di impiego della risonanza magnetica nella diagnosi prenatale;
- esistono differenti livelli di competenza sia tra gli stessi operatori che si occupano di ecografia prenatale che tra l'ecografista prenatale ed il radiologo pediatra che esegue la risonanza magnetica;
- i continui sviluppi tecnologici dell'imaging ultrasonografico hanno ridotto in modo significativo il gap tra le due tecniche;
- l'epoca di gravidanza alla quale l'esame viene eseguito ha una considerevole influenza. In generale, in confronto all'ecografia l'apporto è scarso nel secondo trimestre ed è sicuramente più rilevante nella gravidanza avanzata, quando in molti Paesi la legislazione non permette più l'interruzione volontaria di gravidanza.

Dall'analisi dei dati pubblicati si può comunque dedurre che la risonanza magnetica è di complemento e di aiuto non solo in alcuni difetti del SNC,

ma anche nelle anomalie del torace, del collo, del tratto gastrointestinale e del tratto genito-urinario. Studi preliminari di nuove tecniche di risonanza suggeriscono un ruolo importante di quest'ultima anche nella patologie dell'apparato muscolo-scheletrico, delle cardiopatie e nell'esame anatomico feto-neonatale post-mortem^{1-3,9-17,25,37-42}.

I nostri risultati sono in linea con quanto riportato fino ad oggi e mostrano una buona concordanza tra le due metodiche oltre che una elevata accuratezza in tutti i gruppi considerati, in particolare per il gruppo SNC (79,6%). In caso di discordanza diagnostica la risonanza aggiunge informazioni più precise nel 11% (42/383) rispetto al 3,9% (15/383) dell'ecografia.

Non è stato possibile identificare un organo o distretto specifico nei quali l'una o l'altra metodica siano sicuramente più efficaci. E' probabile che la risonanza sia più precisa nella definizione anatomica e quindi nella stadiazione delle schisi del palato e fornisca dettagli clinicamente utili nelle anomalie di migrazione neuronale, nella patologia polmonare e nelle ernie diaframmatiche, così come nella patologia del tratto genito-urinario. Negli altri casi un esame ecografico esperto mostra un'ottima accuratezza rispetto alla diagnosi finale.

Non è secondario inoltre ricordare che ci sono alcuni difetti congeniti che per la loro storia naturale possono risolversi nella vita intrauterina e/o immediatamente dopo la nascita come ad esempio le ventricolomegalie border-line o le cisti della tasca di Blake, etc.

I risultati ottenuti confortano comunque l'opinione che tale tecnica va considerata di supporto per studi mirati e settoriali su indicazione di un'ecografia esperta e/o anamnesi a rischio in particolare nei casi malformativi complessi sia del sistema nervoso centrale che di altri distretti anatomici.

I servizi di risonanza magnetica fetale e di radiologi esperti nella patologia del feto ad oggi sono pochi e i costi dell'esame sono comunque elevati.

Entrambe le metodiche sono comunque in continuo e rapido sviluppo tecnologico che ne permetterà probabilmente un sempre più preciso e mirato impiego.

BIBLIOGRAFIA

1. Sibel Kul, Hatice Ayca Ata Korkmaz, Aysegul Cansu, Hasan Dinc, Ali Ahmetoglu, Suleyman Guven, Mustafa Imamoglu: Contribution of MRI to Ultrasound in the Diagnosis of Fetal Anomalies. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 35:882-890, 2012
2. Waldo Sepulveda, Amy E. Wong, Francisco Sepulveda, Pilar Martinez-Ten, Renato Ximenes. Fetal magnetic resonance imaging and three-dimensional ultrasound in clinical practice: General aspects. *Best Practice and research Clinical Obstetrics and Gynecology*. 26:575-591, 2012
3. Waldo Sepulveda, Renato Ximenes, Amy E. Wong, Francisco Sepulveda, Pilar Martinez-Ten. Fetal magnetic resonance imaging and three-dimensional ultrasound in clinical practice: Applications in prenatal diagnosis. *Best Practice and research Clinical Obstetrics and Gynecology*. 26:593-624, 2012
4. Pugash D, Peter C. Brugger, Dieter Bettelheim, Daniela Prayer. Prenatal ultrasound and fetal MRI: The comparative value of each modality in prenatal diagnosis. *European Journal of Radiology* 68:214-226, 2008
5. Smith F W, Adam AM, Phillips WDP, Sutherland HW. NMR imaging in pregnancy. *Lancet* 1: 61-2, 1983
6. SmithFW,Kent C, Abramovich DR, SutherlandHW.Nuclearmagnetic resonance imaging—a new look at the fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 92(10):1024–33, 1985
7. Lowe TW, Weinreb J, Santos-Ramos R, Cunningham FG. Magnetic resonance imaging in human pregnancy. *Obstet Gynecol* 66(5):629–33, 1985;
8. Callen PW et al.Ultrasonography in Obstetrics and Gynecology (5th Edition). Saunders-Elsevier Editor, 2008
9. Levine D, Hatabu H, Gaa J et al. Fetal anatomy revealed with fast MR sequences. *AJR Am J Roengenol* 167:905–908, 1996
10. Levine D & Edelman RR. Fast MRI and its applications in obstetrics. *Abdom Imaging* 22: 589–596, 1997
11. Levine D, Barnes P, Sher S et al. Fetal fast MR imaging: reproducibility, technical quality, and conspicuity of anatomy. *Radiology* 206: 549–554, 1998
12. Levine D, Barnes P & Edelman R. Obstetric MR imaging. *Radiology* 211: 609–617, 1999

13. Wagenvoort AM BM, Go ATJI, Vandenbussche FPHA, Van Buchem MA, Valk J, Van Vugt JMG: Ultrafast Scan Magnetic Resonance in Prenatal Diagnosis. *Fetal Diagnosis and Therapy* 15:364-372, 2000
14. G Yuan LB-n: The state of the art of fetal magnetic resonance imaging. *Chin Med J* 119:1294-1299, 2006
15. Dadak C: What does the obstetrician expect from fetal MRI? *Fetal MRI Course, Vienna 2004*, 2004
16. Casele H MJ: The selective use of magnetic resonance imaging in prenatal diagnosis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 23:105-110, 2004
17. Tayyil S, Sebire N J, Chitty L S, Wade A, Olsen O, Gunny R, Offiaj A, Saunders D, Owens C, Kling Chong W K, Robertson N, Taylor A: Post Mortem magnetic resonance imaging in the fetus, infant and child: A comparative study with conventional autopsy (maRIAS protocol). *Pediatrics* 11:120, 2011
18. Shellock FG KE: Policies, guidelines and recommendations for MR imaging safety and patient management. SMRI Safety Committee. *J Magn Reason Imaging* 1:97-101, 1991
19. Kanal E BJ, Barcovich AJ, Bell C, Bradley WG, Femlee JP, Froelich JW, Kaminski EM, Keeler EK, Lester JW, Scoumis EA, Zaremba LA, Zinninger MD: American College of Radiology White paper on MR Safety. *Am J Roentgenol* 178:1335-1347, 2002
20. Kanal E BJ, Barcovich AJ, Bell C, Bradley WG, Etheridge S, Femlee JP, Froelich JW, Hayden J, Kaminski EM, Lester JW, Scoumis EA, Zaremba LA, Zinninger MD: American College of Radiology White paper on MR Safety. *Am J Roentgenol* 182:1111-1114, 2004
21. Shellock FG CJ: Bioeffects and safety of MR procedures. in: Edelman RR, Hesselink JR, Zlatkin MB, editors. *Clinical magnetic resonance imaging*, 2nd edition Vol1 Philadelphia: WB Saunders:429, 1996
22. Shellock FG CJ: MR procedures: biologic effects, safety, and patient care. *Radiology* 232:635-652, 2004
23. Kanal E, Barcovich A J et al ACR Guidance Document for Safe MR Practices: 2007. *AJR* 188:1-27, 2007
24. Società Italiana di Ecografia Ostetrico Ginecologica. *Linee Guida SIEOG*. Edizione 2010. Editeam Gruppo Editoriale.
25. Blaicher W BP, Mittermayer C, Schwindt J, Deutinger J, Bernaschek G, Prayer D: Magnetic resonance imaging of the normal placenta. *European Journal of Radiology* 57:256-260, 2006

26. Brugger P, Fritz Sthur, Lindner C, Prayer D. Methods of fetal MR:beyond T2-weghted imaging. *European Journal of Radiology* 57:172-181, 2006
27. Yaun G, Bo-ning L. The state of art of teal magnetic resonance imaging. *Chin Med J* 119(15):1294-1299, 2006
28. Triulzi F, Manganaro L, Volpe P. Fetal magnetic resonance imaging: indications, study protocols and safety. *Radiolo Med Apr* 116(3):337-50, 2011
29. Prayer D, Brugger PC, Prayer L. Fetal MRI: techniques and protocols. *Pediatr Radiol* 34:685-693, 2004
30. Estroff J A. The growing role of MR imaging in the fetus. *Pediatr Radiol* 39 (Suppl 2):S209-S210, 2009
31. Griffiths PD, Paley MN, Wihitby EH. Post-mortem MRI as an adjunct to fetal or neonatal autopsy. *Lancet* 365 (9466):1271-3, 2005
32. Brookes JS, Hagmann C. MRI in fetal necropsy. *J Magn Reson Imaging* 24(6):1221-8, 2006
33. Garel C. Fetal MRI: what is the future? *Ultrasound Obstet Gynecol* 31:123-128, 2008
34. Girard N, Fogliarini C, Viola A, Confort-Gouny S, Le Fur Y, Viout P, Chapon F, Levrier O, Cozzone P. MRS of normal and impaired fetal brain development. *European Journal of Radiology* 57:217-225, 2006
35. Gowland P, Fulford J. Initial experiences of performing fetal fMRI. *Exp Neurol* 190(Suppl 1):S22–7, 2004
36. Rutherford M, Jiang S, Allsop J, Perkins L, Srinivasan L, Hayat T, Kumar S, Hajmal J. MR imaging methods for assessing fetal brain development. *Dev Neurobiol* 68(6):700-11, 2008
37. Frates MC, Kumar AJ, Benson CB, Ward VL, Tempany CM. Fetal anomalies: comparison of MR imaging and US for diagnosis. *Radiology* 232(2).398-404, 2004.
38. Santos XM, Papanna R, Johnson A, Darrll L, Oluyinka O, Olutoye Kenneth J, Bella Bellezza-Bascon, Cassady CI. The use of combined ultrasound and magnetic resonance imaging in detection of fetal anomalies. *Prenat Diagn* 30:402-407, 2010.
39. Timor-Tritsch I. Re:fetal magnetic resonance imaging:luxury or necessity? *Ultrasound Obstet Gynecol* 28:859-861, 2006.
40. Alamo L, Laswad T, Schnyder P, Meuli R, Vial Y, Osterheld MC, Gudinchet F. Fetal MRI as a complement to US in the diagnosis and

characterization of anomalies of the genito-urinary tract. European Journal of Radiology 76:258-264, 2010

41. Martin C, Darnell A, Escofet C, Duran C, Perez V. Fetal MR in the evaluation of pulmonary and digestive system pathology. Insights Imaging 3:277-293, 2012
42. Nemec FS, Nemec U, Brugger P, Bettelheim D, Rotmensch S, Graham JM, Rimoin D. MR imaging of the fetal musculoskeletal system. Prenatal Diagnosis 33:205-213, 2012

TABELLE RIASSUNTIVE

Tabella 1. Concordanze/Discordanze/Inaccuratezze gruppo SNC e gruppo non SNC

Indicazione	N° casi	Concordanze n° (%)	Discordanze		Inaccuratezze
			US vince	MR vince	
SNC	196	156 (79,6%)	25 (12,8%)		15 (7,7%)
			4 (2%)	21 (10,7%)	
NON SNC	187	133 (71,1%)	32 (17,1%)		22 (11,8%)
			11 (5,9%)	21 (11,2%)	
Totale	383	289 (75,5%)	57 (14,9%)		37 (9,7%)
			15 (3,9%)	42 (11%)	

Tabella 2. Casi di discordanze SNC

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Ipoplasia/asimmetria cervelletto (Del 5 p)	23	Microcefalia + ipoplasia corpo calloso + emiatrofia cerebellare	31	Come MR
CSP* irregolare	20	Nessuna anomalia	24	Come MR
Ventricolomegalia bilaterale	32	Emorragia ventricolare e subaracnoidea	33	Come MR
Cisti CSP	32	Dilatazione cavum vergae	34	Come MR
Cavo del velo interposito	21	Cisti del CSP	22	Come US
Ventricolomegalia lieve	22	Ipoplasia del corpo calloso	31	Come MR
Cisti poroencefalica feto superstite (TTTS**)	27	Due cisti poroencefaliche + ipoplasia corpo calloso	29	Come MR
Dandy Walker + ventricolomegalia + oloprosencefalia lobare	27	Dandy Walker + ventricolomegalia	27	Come MR
Anomalia migrazione neurone	28	Encefalo normale	34	Come MR
Cisti della cisterna quadrigemina	20	Cisti del cavo del velo interposito	33	Come MR
Ventricolomegalia lieve bilaterale	21	Encefalo normale	32	Come MR
Cisti della tasca di	30	Encefalo normale	31	Come MR

Blake				
Ipoplasia verme cerebellare	27	Megacisterna magna	31	Come MR
Microcefalia	34	Encefalo normale	34	Come MR
Cisti aracnoidea fossa cranica posteriore	30	Come US + ipoplasia emisfero cerebellare sinistro	30	Come MR
Ampio spazio subaracnoideo frontale	26	Encefalo normale	28	Come MR
Agenesia corpo calloso	30	Ipoplasia corpo calloso	30	Come MR
Cefalocele parietale	21	Meningocele	22	Come MR
Ventricolomegalia lieve monolaterale	33	Lissencefalia + ventricolomegalia lieve monolaterale	33	Come MR
Ipoplasia verme cerebellare	30	Come US + polimicrogiria + ipoplasia cerebrale	31	Come MR
Cisti della tasca di Blake	31	Megacisterna magna	31	Come US
Ventricolomegalia lieve monolaterale	30	Asimmetria ventricolare, no ventricolomegalia	32	Come MR
Infezione da CMV*** + iperrecogenicità periventricolare cerebrale	21	Encefalo normale	21	Come US

*CSP= cavo del setto pellucido

**TTTS=sindrome da trasfusione feto-fetale

***CMV=cytomegalovirus

Tabella 3. Casi di inaccuratezze SNC

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/postmortem
Microcefalia	34	Mancata opercolizzazione scissura silviana	34	Encefalo normale
Cisti cerebellare sinistra + ventricolomegalia lieve bilaterale	21	Immagine iperintensa emisfero cerebellare sinistro	22	Cisti ependimale fossa cranica posteriore
Ipoplasia corpo calloso+ ipoplasia renale+ventricolomegalia lieve bilaterale +cardiopatologia	25	Come ecografia	26	COFS syndrome*
Cisti della tasca di Blake (+ arti corti)	22	Come ecografia	22 e 27	COFS syndrome

Ventricolomegalia monolaterale lieve	21	Ventricolomegalia monolaterale lieve + megacisterna magna	32	Ipoplasia cerebellare
Cisti della tasca di Blake	30	Come US	34	Modica dilatazione cisterna magna
Cisti della tasca di Blake	23	Come US	30	Encefalo normale
Ventricolomegalia lieve bilaterale	35	Come US + ampi spazi subaracnoidei periencefalici sinistri	35	Normale
Ventricolomegalia lieve bilaterale	30	Come US	31	Encefalo normale
Megacisterna magna	21	Come US	33	Encefalo normale
Ventricolomegalia lieve bilaterale + rabdomiomi cardiaci	32	Come US	33	Sclerosi tuberosa
Ventricolomegalia lieve monolaterale	30	Ventricolomegalia lieve monolaterale	30	Encefalo normale
Ventricolomegalia lieve monolaterale + asimmetria emisferi cerebrali	24	Come US	28	Encefalo normale
Cisti della tasca di Blake	27	Megacisterna magna	32	Encefalo normale
Ventricolomegalia lieve bilaterale + cisti del cavo del velo interposito	32	Ventricolomegalia lieve bilaterale	34	Encefalo normale

*COFS syndrome: sindrome cerebro-oculo-facio-scheletrica

Tabella 4. Casi di discordanze area viso-collo

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/postmortem
Labiopalatoschisi bilaterale (palato anteriore)	30	Labioschisi bilaterale (palatoschisi non valutabile)	30	Come US
Labiopalatoschisi bilaterale (palato anteriore)	20	Come US + palato posteriore	28	Come MR
Labiopalatoschisi monolaterale (palato anteriore)	21	Come US + palato posteriore	28	Come MR
Formazione cistica anecogena del collo (timo?)	21	Linfangioma/patologia esofagea	30	Cisti timica

Tabella 5. Casi di inaccuratezze area viso-collo

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Labiopalatoschisi bilaterale (palato anteriore)	23	Labioschisi bilaterale (palatoschisi non valutabile)	27	Labiopalatoschisi (palato anteriore + posteriore)

Tabella 6. Casi di discordanza del torace

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Ernia diaframmatica sinistra + destroposizione cardiaca	21	Destroposizione cardiaca	22	Come MR
Ernia diaframmatica destra	20	Relaxatio	22	Come MR
Malformazione adenomatoide cistica	24 e 33	Polmoni regolari	28 e 34	Come MR
Malformazione adenomatoide cistica	23	Polmoni regolari	33	Come MR
Polmone iperecogeno	20	Polmone normale	21	Come MR
Malformazione adenomatoide cistica	32	Sequestro polmonare	32	Come MR
Cisti toracica	31	Doppio esofago	31	Come MR
Ernia diaframmatica di Morgagni	32	Relaxatio diaframmatica anteriore	34	Come US
Malformazione adenomatoide cistica	22	Polmone normale	28	Come US
Ernia diaframmatica di Morgagni	19	Ernia posteriore sinistra di Bochdalek	21	Come US

Tabella 7. Casi di inaccuratezza del torace

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Malformazione adenomatoide sinistra	21	Come US	30	Sequestro polmonare intralobare sinistro
Sequestro polmonare sinistro	21	Come US	22	Malformazione adenomatoide microcistica
Sequestro polmonare	32	Sequestro polmonare	32	Polmone normale
Malformazione adenomatoide cistica	32	Malformazione adenomatoide cistica	32	Polmone normale
Malformazione adenomatoide sinistra	23	Come US	24	Sequestro polmonare
Malformazione adenomatoide cistica	29	Come US	33	Sequestro polmonare
Sequestro polmonare	21	Come US	24	Enfisema lobare
Malformazione adenomatoide cistica	20	Malformazione adenomatoide cistica	31	Sequestro polmonare

Tabella 8. Casi di discordanze del tratto gastrointestinale

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Ascite fetale	17	Addome nella norma	23	Come MR
Teratoma endoaddominale	30	Addome nella norma	33	Come MR
Cisti addominale sospetta per linfangioma	31	Peritonite meconiale/cisti mesenterica	31	Come US
Cisti del cordone	31	Addome normale	34	Come US
Calcificazioni addominali	31	Addome nella norma	31	Come MR
Atresia digiunale	31	Atresia duodenale	31	Come MR
Calcificazioni addominali periepatiche	28	Addome normale	28	Come MR
Cisti addominale parzialmente erniata nel cordone	31	Onfalocele	31	Come MR

Tabella 9. Casi di inaccuratezze del tratto gastrointestinale

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Formazione cistica addominale	26	Come US	26	Addome normale
Peritonite da meconio	33	Come US	36	Teratoma immaturo
Cisti addominale	22	Duplicazione gastrica chiusa	22	Malrotazione gastrica e reflusso GE
Lesione espansiva emiaddome sinistro	20	Come US	21	Sequestro polmonare sottodiaframmatico + CCAM tipo 2
Cisti del coledoco	30	Come US	30	Amartoma epatico
Ostruzione intestinale	29	Sospetta malattia Hirschprung	33	Atresia via biliari + cardiopatia
Cisti multiloculata emiaddome destro	21	MR no diagnostica	22	Addome normale

Tabella 10. Casi di discordanze del tratto genitourinario

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Rene destro ipoplasico/pelvico	31	Ectopia renale crociata	32	Come MR
Agenesia renale sinistra	32	Ectopia renale sinistra	32	Come MR
Idrometrocolpo in utero setto	30	Anomalia della cloaca	30	Come MR
Agenesia renale monolaterale + doppio distretto renale + idroureteronefrosi + urinoma	32	Ectopia crociata sinistra + rene multicistico di rene ectopico	34	Come MR
Cloaca comune	26	Estrofia vescicale	30	Come MR

Tabella 11. Casi di inaccuratezze del tratto genitourinario

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/ postmortem
Cisti ovarica	30	Come US	30	Addome normale
Ectopia renale monolaterale	28	Come US	34	Agenesia renale monolaterale

Tumefazione pararenale destra	28	Emorragia surrenalica	31	Addome normale
-------------------------------	----	-----------------------	----	----------------

Tabella 12. Casi di discordanze del gruppo con altra indicazione

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/postmortem
Placenta previa	21	Placenta accreta	30	Come US
Emivertebra lombare	21	Colonna vertebrale regolare	21	Come MR
Ipofosfatasia	31	MR non diagnostica	32	Come US
Anatomia cerebrale normale	21	Ipoplasia corpo calloso	27	Come US
Anatomia cerebrale normale (pregressa polimicrogiria)	30	Ritardo opercolarizzazione	32	Come US

Tabella 13. Casi di inaccuratezze del gruppo con altra indicazione

Ecografia	Sett. US	Risonanza	Sett. MR	Diagnosi postnatale/Postmortem
Emivertebra lombare	32	Emivertebra lombare	33	Colonna vertebrale regolare
Piede torto bilaterale + pielectasia	30	Lieve pielectasia	30	COFS** Syndrome
Placenta accreta	26	Come US	35	Placenta regolare

**COFS Syndrome=sindrome cerebro-oculo-facio-scheletrica

Tabella 14. Concordanze, discordanze ed inaccuratezze per singolo gruppo

Area anatomica		N° casi	Concordanze	Discordanze		Inaccuratezze
				US vince	MR vince	
SNC	n° (%)	196 (100%)	156 (79,6%)	4 (2,0%)	21 (10,7%)	15 (7,7%)
Viso-collo	n° (%)	20 (100%)	15 (75,0%)	2 (10,0%)	2 (10,0%)	1 (5,0%)
Torace	n° (%)	73 (100%)	55 (75,3%)	3 (4,1%)	7 (9,6%)	8 (11,0%)
Tratto gastro-intestinale	n° (%)	29 (100%)	14 (48,3%)	2 (6,9%)	6 (20,7%)	7 (24,1%)
Tratto genito-urinario	n° (%)	37 (100%)	29 (78,4%)	0 (0,0%)	5 (13,5%)	3 (8,1%)
Altro	n° (%)	28 (100%)	20 (71,4%)	4 (14,3%)	1 (3,6%)	3 (10,7%)
Totali	n° (%)	383 (100%)	289 (75,5%)	15 (3,9%)	42 (11,0%)	37 (9,7%)

ICONOGRAFIA

1. Sistema nervoso centrale

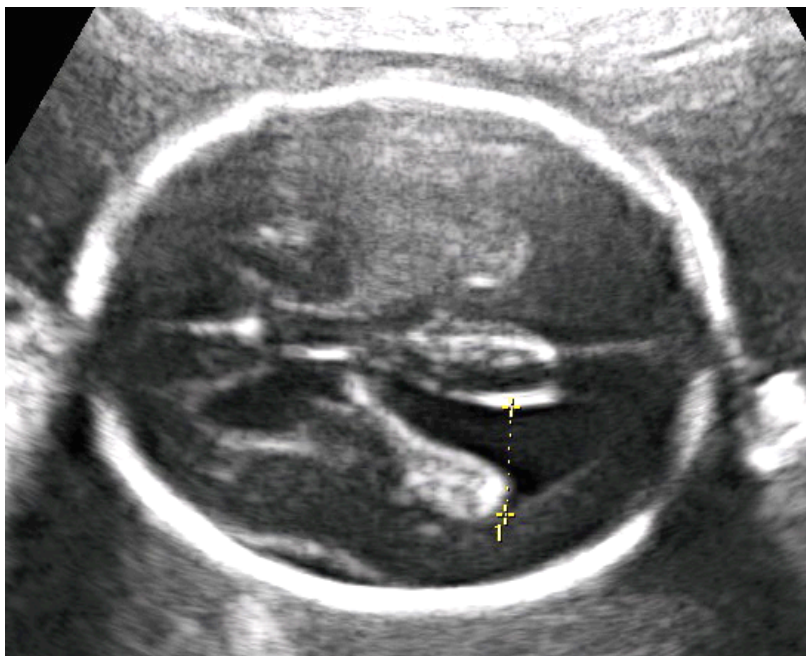


Fig. 1 Ecografia: Ventricolomegalia bilaterale (22 settimane). Sezione assiale.



Fig. 2 RMN (T2 SSFSE): Ventricolomegalia bilaterale (30 settimane). Sezione assiale

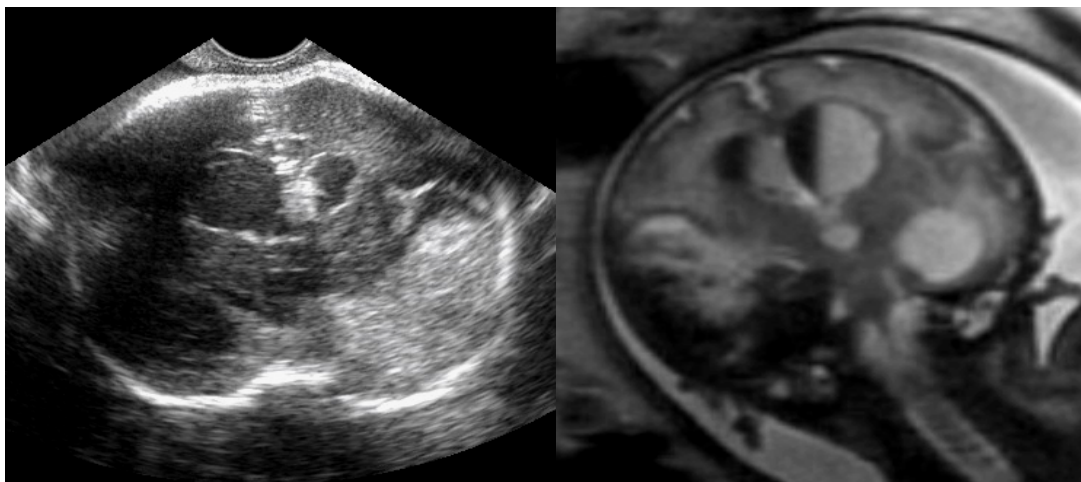


Fig. 3 Ecografia/RMN (T2 SSFSE): Emorragia cerebrale di 4° grado (34 settimane). Sezioni coronali.

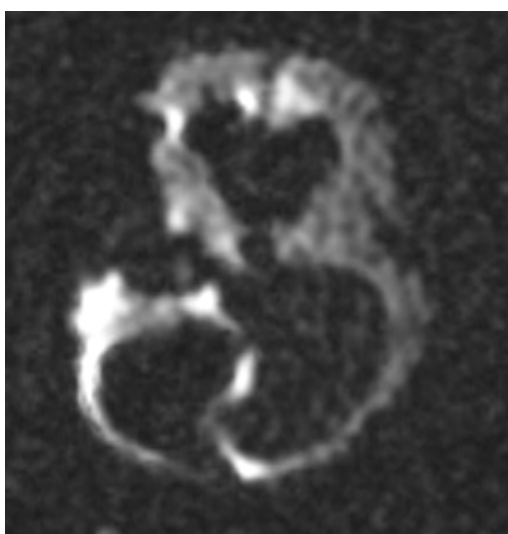


Fig. 4 Ecografia/RMN (T2 SSFSE e DIFFUSION): Emorragia cerebrale di 4° grado (32 settimane). Sezioni assiali.



Fig. 5 Ecografia: Anomalia della migrazione neuronale (31 settimane). Sezione sagittale.

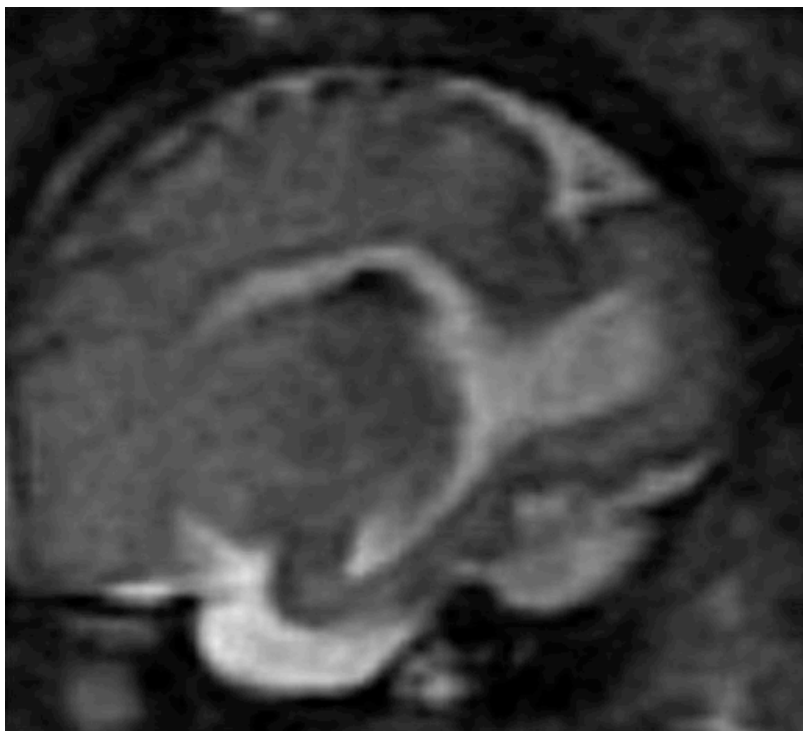


Fig. 6 RMN (T2 SSFSE): Anomalia della migrazione neuronale (31 settimane). Sezione sagittale.

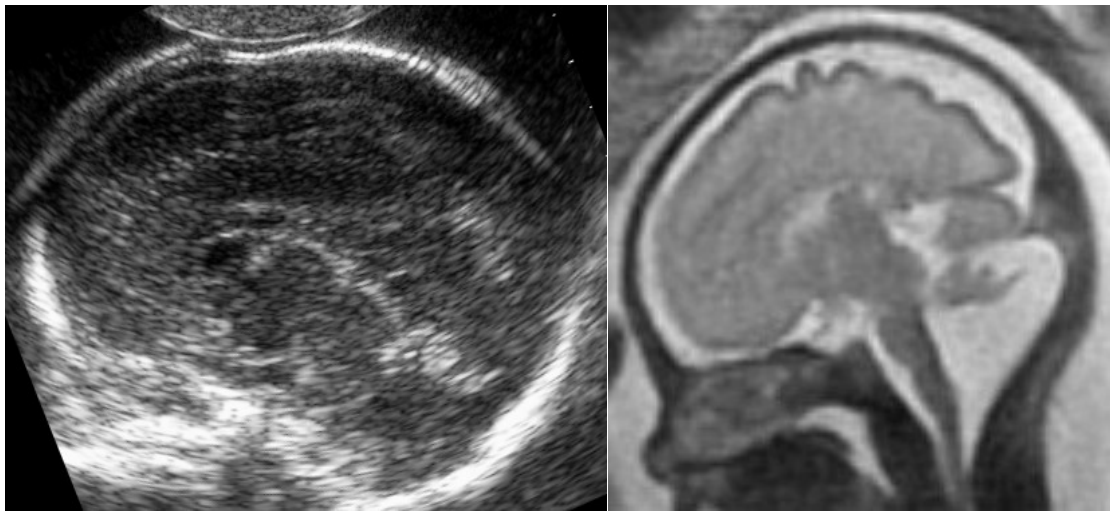


Fig. 7 Ecografia/RMN (T2 SSFSE): Malformazione di Dandy Walker (22 settimane). Sezione sagittale

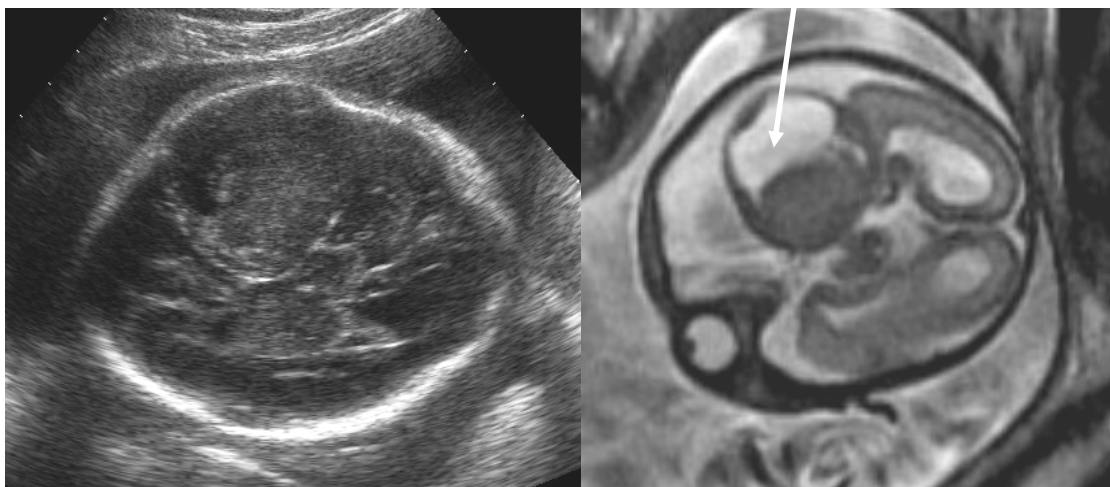


Fig. 8 Ecografia/RMN (T2-SSFSE): Teratoma endocranico (26 settimane). Sezione assiale.

2. Viso

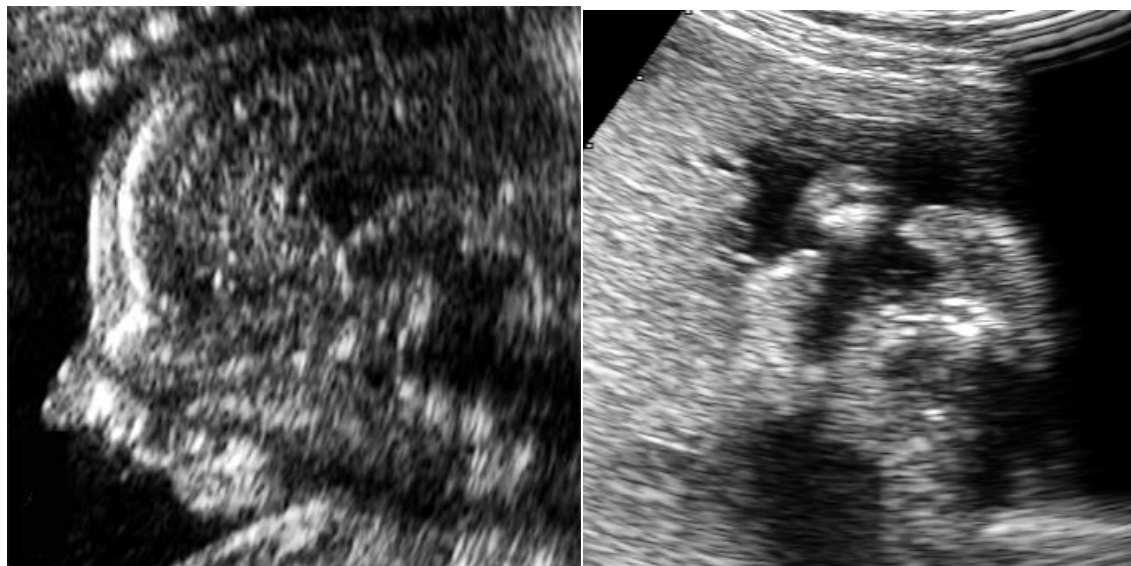


Fig. 9 Ecografia: Labiopalatoschisi bilaterale (21 settimane). Sezione sagittale e coronale.

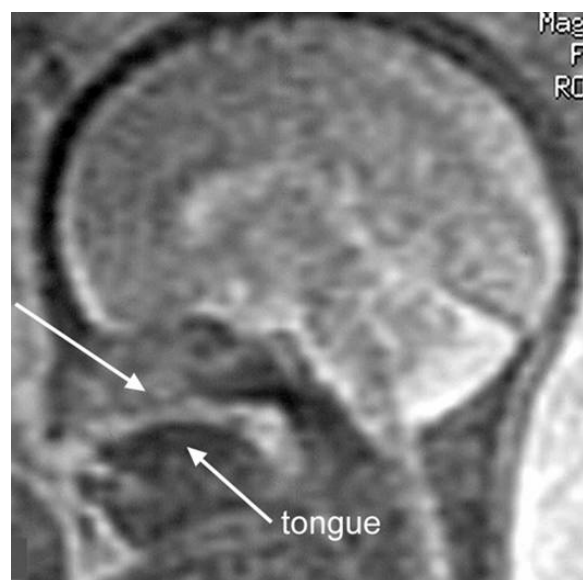


Fig. 10 RMN (T2 SSFSE) labiopalatoschisi monolaterale (21 settimane). Sezione sagittale.

3. Torace



Fig. 11 Ecografia: Malformazione adenomatoide polmonare (21 settimane). Sezione assiale.

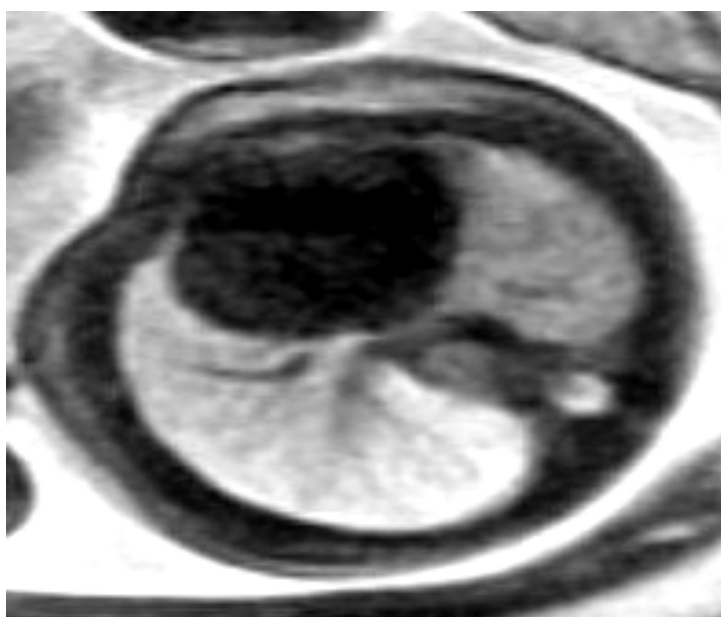


Fig. 12 RMN (T2-SSFSE): Malformazione adenomatoide polmonare (21 settimane). Sezione assiale.



Fig. 13 Ecografia: Ernia diaframmatica sinistra (22 settimane). Sezione assiale.

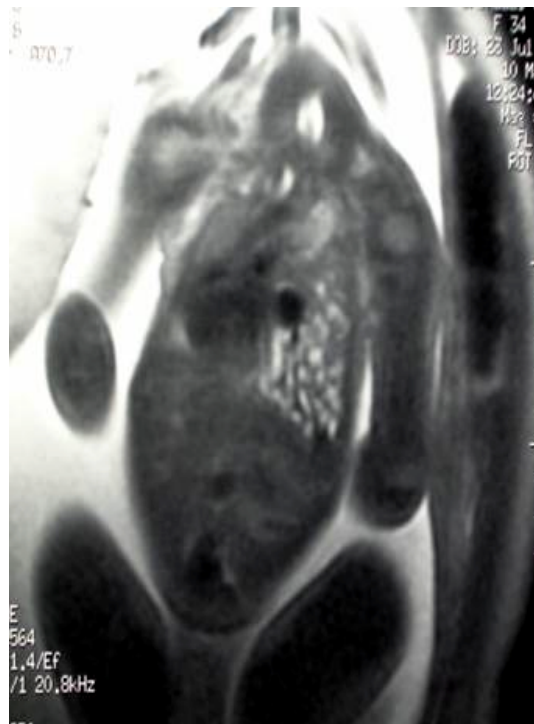


Fig. 14 RMN (T2 SSFSE): Ernia diaframmatica sinistra (22 settimane). Sezione coronale.

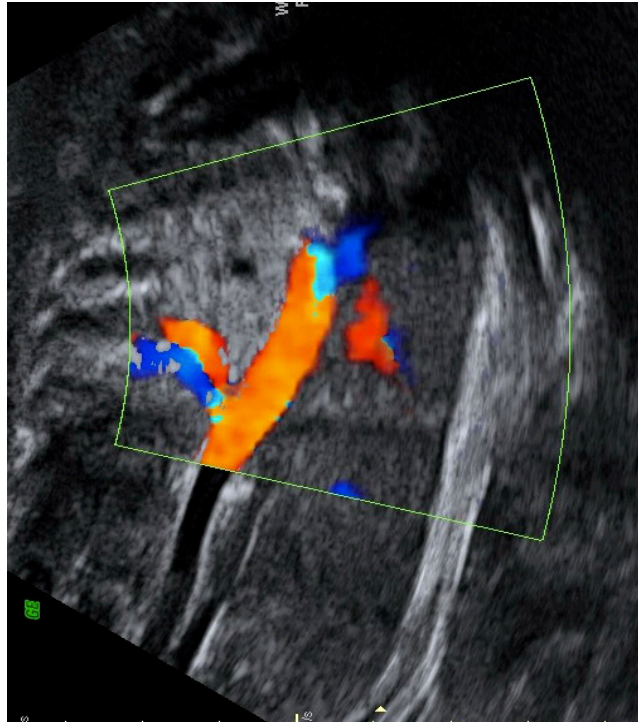


Fig. 15 Ecografia: Sequestro polmonare sopradiaframmatico (30 settimane). Sezione coronale.



Fig. 16 RMN (T2 SSFSE): Sequestro polmonare sopradiaframmatico (31 settimane). Sezione coronale.



Fig. 17 Ecografia: Sequestro polmonare sottodiaframmatico (24 settimane). Sezione sagittale.



Fig. 18 RMN (T2 SSFSE): Sequestro polmonare sottodiaframmatico (24 settimane). Sezione sagittale.

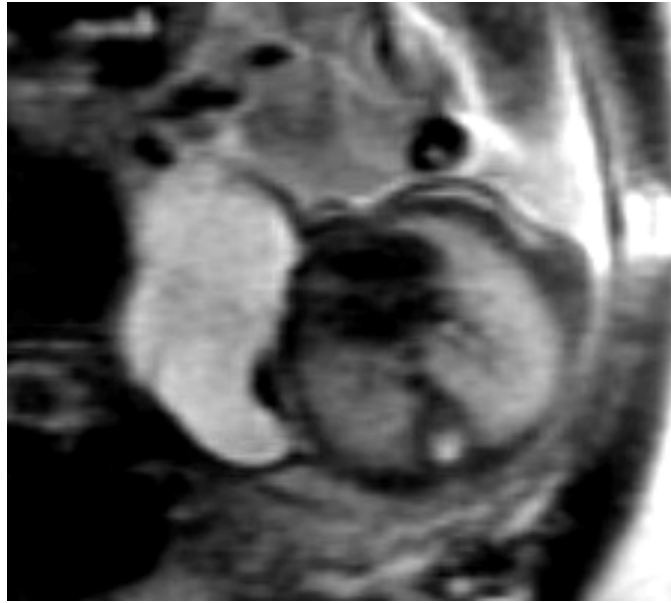


Fig. 19 RMN (T2 SSFSE): Linfangioma ascellare (33 settimane). Sezione assiale.

4. Tratto gastrointestinale e genitourinario

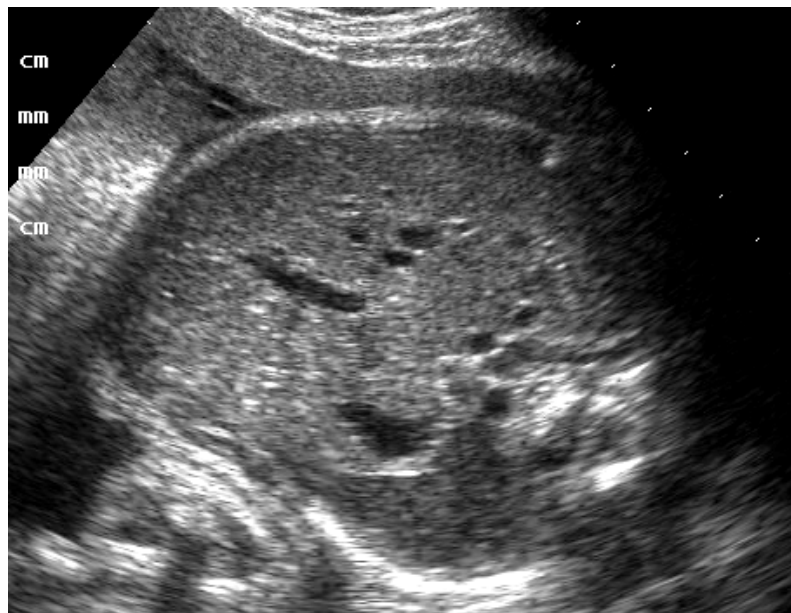


Fig. 20 Ecografia: Fegato multicistico (34 settimane). Sezione assiale.

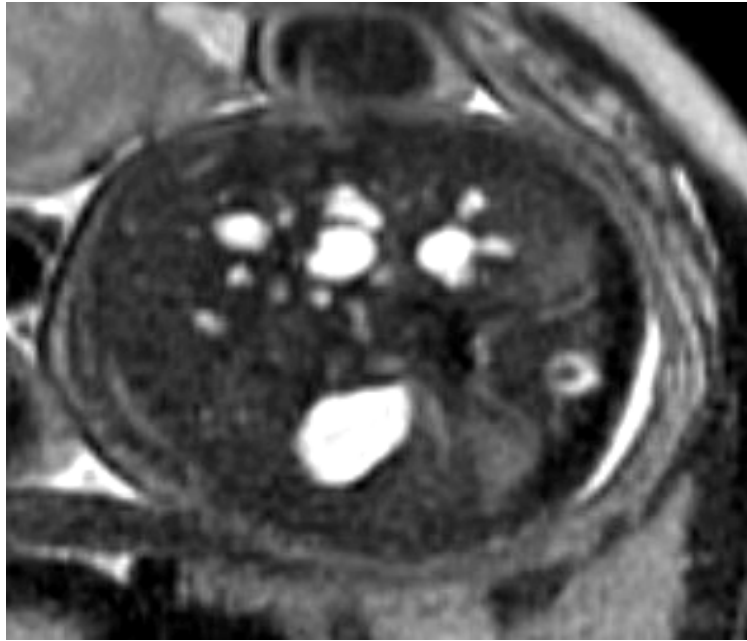


Fig. 21 RMN (T2 SSFSE): Fegato multicistico (34 settimane). Sezione assiale.

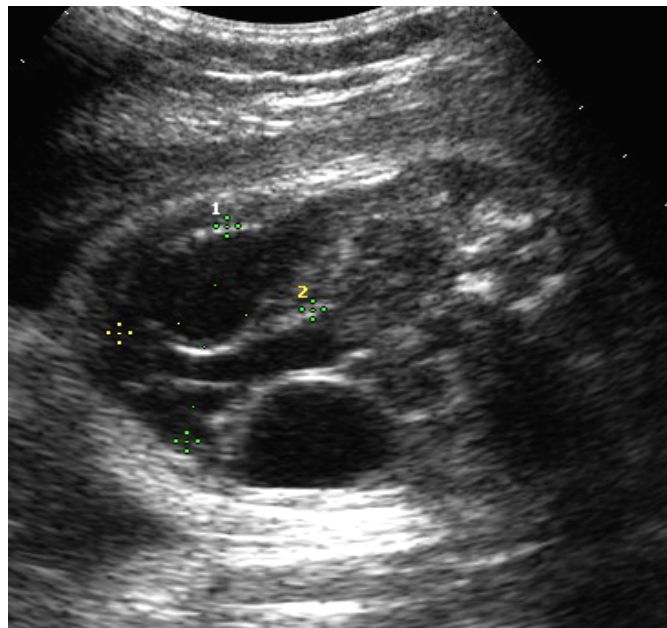


Fig. 22 Ecografia: Linfangioma addominale (30 settimane). Sezione assiale.

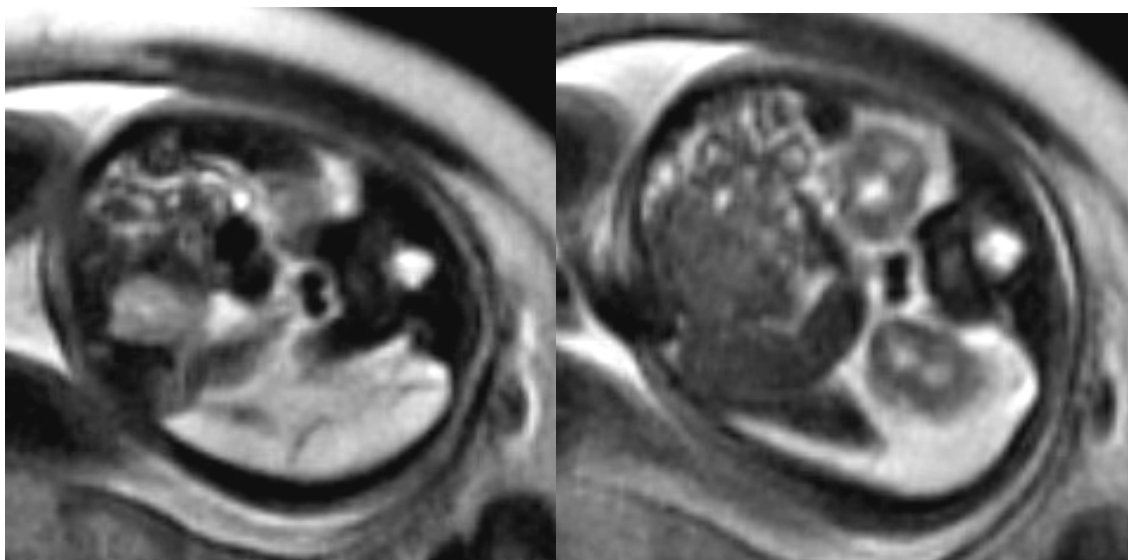


Fig. 23 RMN (T2 SSFSE): Linfangioma addominale (30 settimane).
Sezioni assiali.

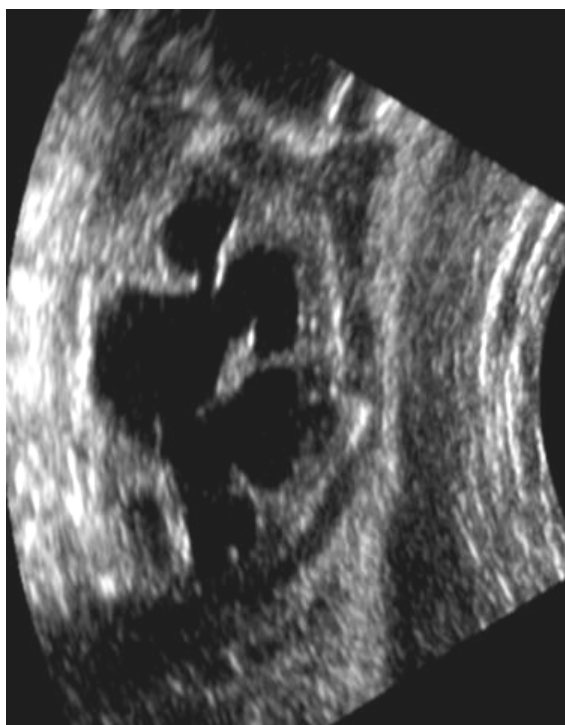


Fig. 24 Ecografia: Idrouretronefrosi bilaterale (33 settimane). Sezione
sagittale.



Fig. 25 RMN (T2 SSFSE): Idrouretronefrosi bilaterale (33 settimane). Sezione coronale.

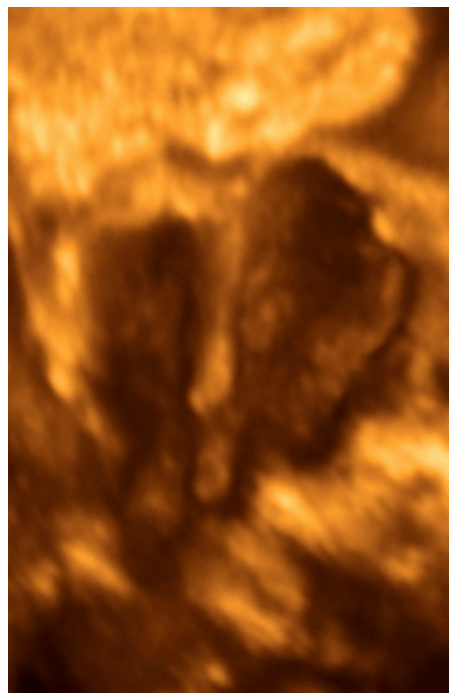


Fig. 26 Ecografia: Anomalia del seno uro-genitale (Utero bicornue) (29 settimane). Ricostruzione multiplanare. Sezione coronale.

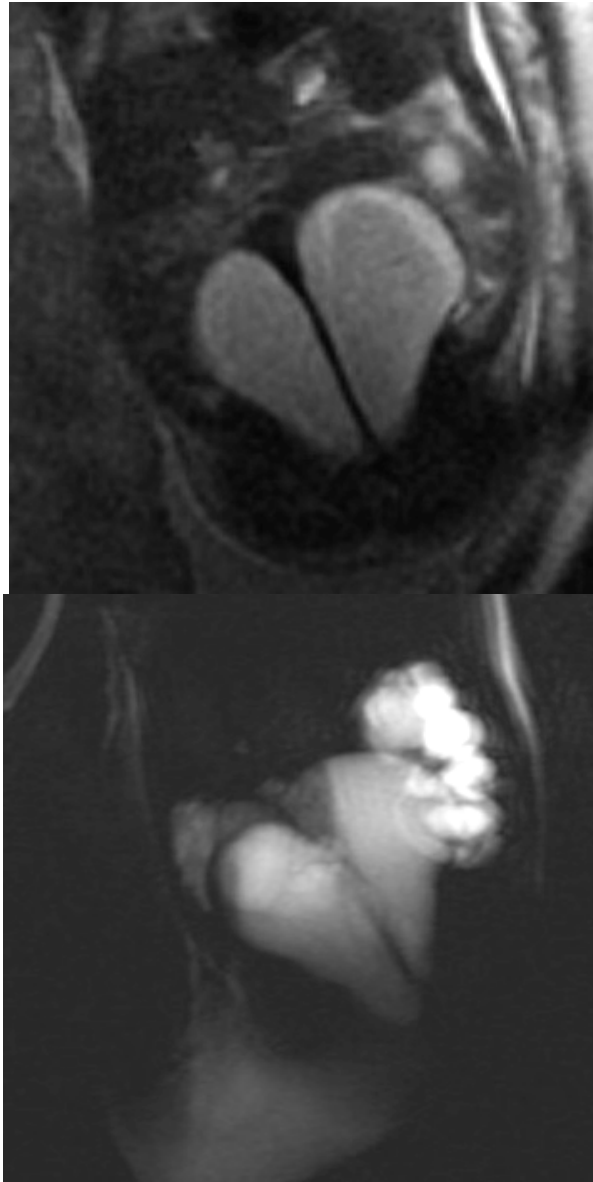


Fig. 27 RMN (T2 SSFSE e Colangio-RMN): Anomalia del seno urogenitale (Utero bicorne) (29 settimane). Sezioni coronali.

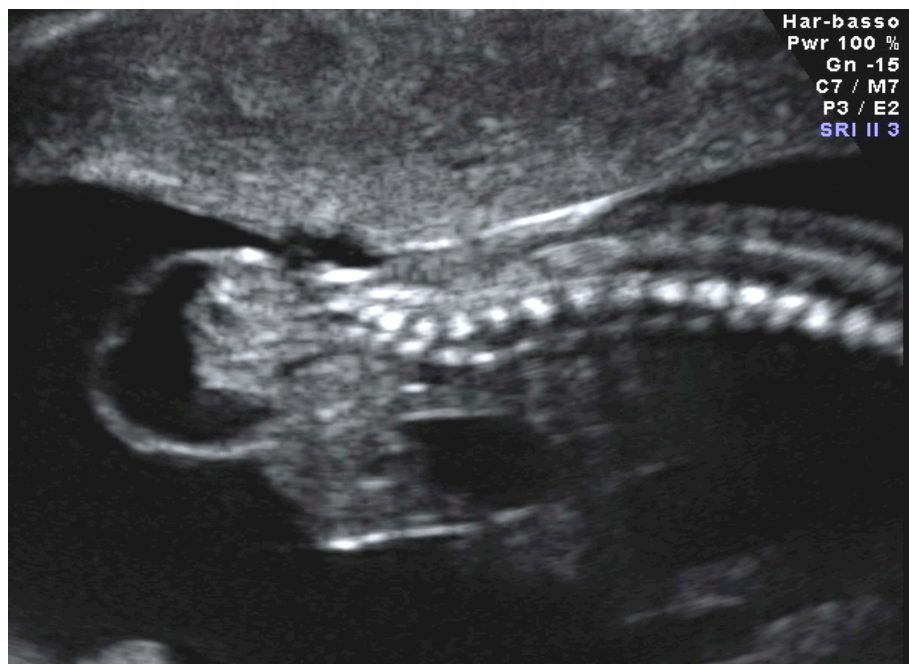


Fig. 28 Ecografia: Teratoma sacrococcigeo (21 settimane). Sezione sagittale.

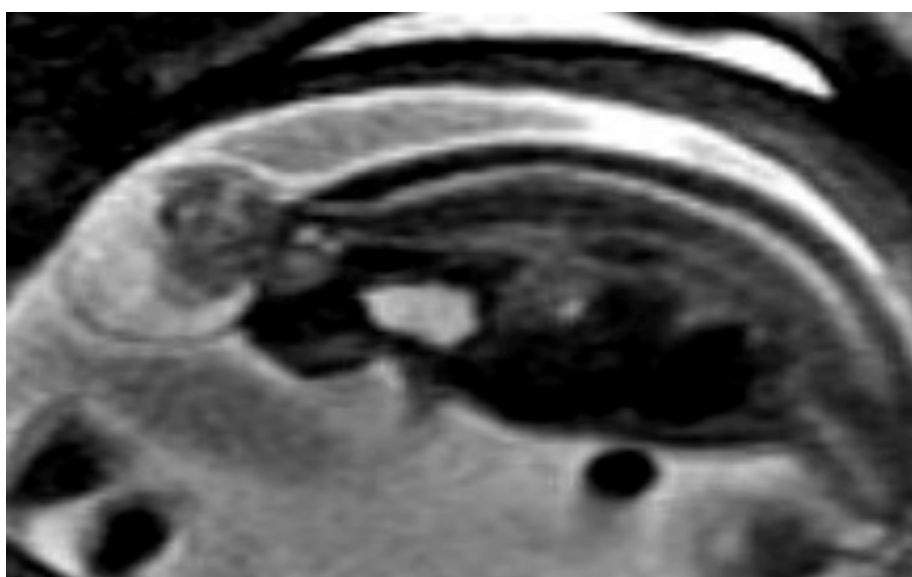


Fig. 29 RMN (T2 SSFSE): Teratoma sacrococcigeo (32 settimane). Sezione sagittale.

5. Placenta



Fig. 30 Ecografia: Placenta previa anteriore (30 settimane). Sezione sagittale.



Fig. 31 RMN (T2 SSFSE): Placenta previa centrale (30 settimane). Sezione sagittale.